

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-322314

(43)公開日 平成9年(1997)12月12日

(51)IntCl <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L 11/18			B 6 0 L 11/18	D
	3/00		3/00	N
	9/18		9/18	J
H 0 1 G 9/155			H 0 2 J 1/00	3 0 6 L
H 0 2 J 1/00	3 0 6		7/00	P
審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 9 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平8-161096

(22)出願日 平成8年(1996)5月31日

(71)出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(72)発明者 飯田 桂一

藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内

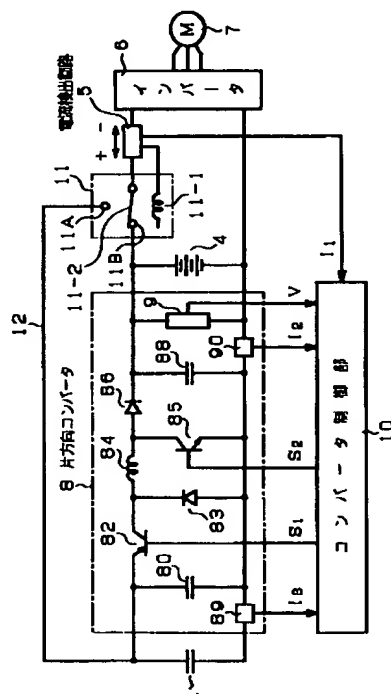
(74)代理人 弁理士 本庄 富雄

(54)【発明の名称】 電気自動車電源制御装置

(57)【要約】

【課題】 バッテリーの他に大容量のキャパシタを具え、回生時には主として該キャパシタを充電し、回生時以外の時には該キャパシタまたは前記バッテリーから車両駆動モータに給電する電気自動車電源制御装置において、回生時に電力損失少なくしかもバッテリー電圧より大なる電圧まで充電し得るようにすることを課題とする。

【解決手段】 回生時には、回生電流は専用配線12を通過して直接キャパシタ1を充電する。片方向コンバータ8は、キャパシタ1側からバッテリー4側へ向かって昇圧または降圧動作させられるので、キャパシタ充電電圧はバッテリー電圧以下とする必要はなくなる。回生電流が所定値を超えると、片方向コンバータを動作させ、超えた分はバッテリーの充電に回す。そうすると、キャパシタでの電力損失は大とはならない。キャパシタ1から給電する場合、片方向コンバータの出力電圧がバッテリー電圧程度になるよう、キャパシタの電圧を昇圧または降圧して給電する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両駆動モータの電源手段としてのバッテリーおよびキャパシタを具え、回生時には主として該キャパシタを充電し、回生時以外の時には該キャパシタまたは前記バッテリーから前記車両駆動モータに給電する電気自動車電源制御装置において、前記キャパシタと前記バッテリーとの間に接続され、キャパシタ側からバッテリー側へ向かってのみ昇圧あるいは降圧動作させられる片方向コンバータと、前記車両駆動モータへの電流の向きにより回生時か否かを検出する回生時検出手段と、一端が前記キャパシタおよび前記片方向コンバータの入力側に接続され、回生電流を専用に流す回生電流専用配線と、回生時には前記車両駆動モータ側と前記回生電流専用配線の他端とを接続し、回生時以外の時には前記車両駆動モータ側と前記バッテリーとを接続する切換手段と、回生電流が予め定めたキャパシタ充電電流制限値を超えると、その超える分の電流で前記バッテリーを充電するよう前記片方向コンバータを制御し、回生時以外の時には前記バッテリーに先駆けて前記キャパシタより前記車両駆動モータに給電するよう前記片方向コンバータを制御するコンバータ制御手段とを具えたことを特徴とする電気自動車電源制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、バッテリーの他に大容量のキャパシタを具え、これらから電気自動車の車両駆動モータに給電したり、あるいは車両駆動モータからこれらに回生充電したりする電気自動車電源制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】電気自動車は車両駆動モータを駆動源としているが、その車両駆動モータに給電する電源として、鉛蓄電池やニッケル・カドミウム電池等の二次電池（バッテリー）を用いることが知られている。しかし、このような二次電池は、放電するまでに走行できる距離が比較的短く、また充電時間が長いという欠点がある。

【0003】一方、充電時間が短い蓄電手段としてはキャパシタがあり、小型ながら大容量であるところの電気二重層コンデンサを、電気自動車の電源として用いることが提案されている（例、実開平3-104002号公報）。しかし、この場合には早く放電してしまい、短時間しか走行できないので、道路上に充電ステーションを数多く設置しておかなければならないという欠点がある。

【0004】そこで、上記のような欠点をなくすため、蓄電手段としてバッテリーと急速充電可能であるところのキャパシタの両方を搭載し、車両の走行状態あるいはキャパシタの充電状態等に基づいて、これらの蓄電手段から車両駆動モータへの給電を制御したり、車両駆動モータから蓄電手段への回生充電を制御したりする電気自動車電源制御装置が考えられている（例、特開平6-864

07号公報）。

【0005】このような電気自動車電源制御装置において回生充電がなされる際、キャパシタの電圧がバッテリーの電圧よりも大幅に低いと、キャパシタに過大な充電電流が流れ込み、キャパシタを破壊してしまうことがある。そこで、電圧差が所定値以上あれば充電電流を断続して流し、所定値以下になれば充電電流を連続して流すように制御して、破壊を防止するようにしたものもある（特開平6-276616号公報）。

【0006】また、加速に必要とする電力に変動があったり、あるいは減速時に発生される回生電力に変動があったりした場合、バッテリーとキャパシタとの間で電力の授受が発生することがあり、無用の電力損失を生ずることがあった。そこで、そのような電力の授受を防止するものも提案されている（例、特願平7-129116号）。

【0007】図4は、そのような従来の電気自動車電源制御装置のブロック図である。図4において、1はキャパシタ、2は双方向コンバータ、3はコンバータ制御部、4はバッテリー、5は電流検出回路、6はインバータ、7は車両駆動モータ、20はキャパシタ、21はリアクトル、22はトランジスタ、23、24はダイオード、25はトランジスタ、26はキャパシタ、27、28は電流検出回路である。キャパシタ20、26は、平滑用である。

【0008】キャパシタ1としては、例えば電気二重層コンデンサが用いられ、車両駆動モータ7としては、交流モータが用いられる。インバータ2は、車両駆動モータ7に給電する場合には（つまり力行時には）、各蓄電手段からの直流電圧を交流に変換する。また、減速時に、車両駆動モータ7が発電機動作をさせられた場合には（つまり回生時には）、その交流発電電圧を直流電圧に変換する。

【0009】電流検出回路5は、インバータ6を流れる電流の値および流れる方向を検出する。電流の方向によって、回生時か非回生時かを判定することが出来る。図示するように、インバータ6の入力側に流れ込む方向をマイナス方向とし、入力側から流れ出す方向をプラス方向とすると、マイナス方向であれば非回生時であり、プラス方向であれば回生時である。

【0010】双方向コンバータ2は、キャパシタ1からバッテリー4の方向に向っては昇圧し、その逆の方向に向っては降圧するよう制御されるコンバータであり、次のような公知の昇圧コンバータ、降圧コンバータを組み合わせたものである。

【0011】図6は公知の昇圧コンバータであり、50、51は入力端子、52、56は平滑用のキャパシタ、53はリアクトル、54はスイッチング用のトランジスタ、55は逆流阻止用のダイオード、57、58は出力端子、 $V_i$  は入力電圧、 $V_o$  は出力電圧、 $I_L$  はリアクトルを流れる電流である。図7は図6の昇圧コンバ

ータの動作波形図であり、(a)はトランジスタ54のオン、オフ期間、(b)は電流 $I_L$ の変化、(c)は出力電圧 $V_o$ の変化を示す。

【0012】トランジスタ54がオンするとダイオード55がオフとなり、入力端子50→リアクトル53→トランジスタ54→入力端子51の経路で電流が流れ、リアクトル53に電磁エネルギーが蓄積される。その間、出力端子57、58へは、キャパシタ56から放電される。トランジスタ54がオフするとダイオード55がオンとなり、リアクトル53に蓄積されていた電磁エネルギーによって誘起された電圧と入力電圧 $V_i$ とが重畳され、入力端子50→リアクトル53→ダイオード55→出力端子57、58およびキャパシタ56→入力端子51の経路で電流が流れる。従って、トランジスタ54のオン期間を $T_{ON}$ 、オフ期間を $T_{OFF}$ とすれば、平均としての出力電圧 $V_o$ は、次式のようになる。

$$V_o = \frac{T_{ON} + T_{OFF}}{T_{OFF}} V_i$$

出力電圧(昇圧電圧)は、トランジスタ54のオン、オフの期間を適宜調節することにより変化させることが出来る。

【0013】図8は公知の降圧コンバータであり、70、71は入力端子、72、76は平滑用のキャパシタ、73はスイッチング用のトランジスタ、74はフライホイール用のダイオード、75はリアクトル、77、78は出力端子、 $V_i$ は入力電圧、 $V_o$ は出力電圧、 $I_L$ はリアクトルを流れる電流である。図9は図6の昇圧コンバータの動作波形図であり、(a)はトランジスタ73のオン、オフ期間、(b)は電流 $I_L$ の変化、(c)は出力電圧 $V_o$ の変化を示す。

【0014】トランジスタ73がオンするとダイオード74がオフとなり、入力端子70→トランジスタ73→リアクトル75→出力端子77、78およびキャパシタ76→入力端子71の経路で電流が流れ、リアクトル75に電磁エネルギーが蓄積される。トランジスタ73がオフすると、リアクトル75に蓄積されていた電磁エネルギーによって誘起された電圧により、リアクトル75→出力端子77、78およびキャパシタ76→ダイオード74の経路で電流が流れる。従って、トランジスタ73のオン期間を $T_{ON}$ 、オフ期間を $T_{OFF}$ とすれば、平均としての出力電圧 $V_o$ は、次式のようになる。

$$V_o = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} V_i$$

出力電圧(降圧電圧)は、トランジスタ73のオン、オフの期間を適宜調節することにより変化させることが出来る。

【0015】図4の双方向コンバータ2に戻るが、双方向コンバータ2において、昇圧動作は、トランジスタ2

5をオフにしたまま、トランジスタ22をオン、オフすることによって行われる。降圧動作は、トランジスタ22をオフにしたまま、トランジスタ25をオン、オフすることによって行われる。電流検出回路5からの検出信号の符号がプラスの時(回生時)は、降圧動作させられ、マイナスの時(非回生時)は昇圧動作させられる。

【0016】回生時に降圧する理由は、次の通りである。インバータ6からの回生電圧でキャパシタ1を充電する場合、仮に双方向コンバータ2が無くて直接キャパシタ1を充電するとすれば、キャパシタ1の両端電圧が低い間は過大な充電電流が流れると共に、バッテリー4からも電流が流れ出して充電しようとする。そうすると、インバータ6の直流側電圧は低下し、他の電気負荷(図示せず)への給電電圧も低下してしまう。そこで、バッテリー4との間に双方向コンバータ2を介在させ、インバータ6の直流側電圧は低下させることなく、キャパシタ1に印加する電圧は充電可能で且つ充電電流を過大としない電圧に降圧する。降圧の程度(降圧比)は、キャパシタ1の充電電圧が上昇して来るにつれ、少なくされる。

【0017】充電されているキャパシタ1から給電する場合に昇圧する理由は、バッテリー4よりもやや高い電圧にしなければ、給電できないからである。キャパシタ1の放電が進むにつれて、キャパシタ1の電圧は低下する。そのように低下しても、なおキャパシタ1から給電が続けられるようにするためには、依然としてバッテリー電圧よりも高い電圧に昇圧しなければならない。従って、昇圧の程度(昇圧比)は放電が進むにつれて次第に大としてゆく必要がある。

【0018】コンバータ制御部3は、双方向コンバータ2の昇圧、降圧動作を制御する。電流検出回路27、28は、双方向コンバータ2の入力側、出力側に流れる電流を検出してコンバータ制御部3に知らせ、キャパシタ1とバッテリー4間に無用の電流が流れないように、双方向コンバータ2に流れる電流を制御する。なお、過大電流が検出された場合には、動作停止等の保護措置を講じさせる。

【0019】即ち、加速時にはインバータ6へ電流を供給する必要があるが、要求される電流が規定電流以下であればバッテリー4からのみ供給し、それ以上要求される場合には、不足分の電流をキャパシタ1から供給するよう、キャパシタ1の電圧を昇圧する。そのようにすると、キャパシタ1からバッテリー4へ電流が流れ込むことはない。また、減速時(回生時)には、インバータ6からの回生電流が規定電流以下であればバッテリー4へのみ回生し、それ以上あれば、余剰分の電流だけキャパシタ1へ流れてゆくよう降圧する。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

50 (問題点)しかしながら、前記した従来の電気自動車電

5

源制御装置には、次のような問題点があった。第1の問題点は、キャパシタ1に充電された電荷をより多く放電させようとするほど、双方向コンバータ2の昇圧能力をより一層大にしておかなければならず、コンバータの重量、コストが大になるという点である。第2の問題点は、キャパシタ1への回生は双方向コンバータ2の降圧動作によって行われるので、キャパシタ1への回生電力は双方向コンバータ2の降圧動作時容量により制限されるし、キャパシタの充電電圧もバッテリー電圧以下に制限されるという点である。第3の問題点は、キャパシタ1に流れる電流は充電時でも放電時でも必ず双方向コンバータ2を通過する構成となっているので、通過する度にそこで幾らかの電力が失われ、エネルギーの伝達効率が悪いという点である。

【0021】(問題点の説明) まず、第1の問題点について説明する。キャパシタ1の電圧は、十分に回生充電されていれば、バッテリー4の電圧と略同じにされている。力行時になって放電を開始すれば、放電の進行と共にキャパシタ電圧は低下するが、低下した電圧をバッテリー4の電圧程度に双方向コンバータ2が昇圧することにより、放電が継続される。双方向コンバータ2がバッテリー電圧程度にまで昇圧し得る最も低い電圧が、キャパシタ1を放電させ得る下限電圧である。昇圧能力が小であると、キャパシタ電圧が一寸低下するまでしか放電させることが出来ず、キャパシタ1が利用できる電圧範囲は狭い。キャパシタ電圧が相当低下するまで放電電荷を取り出そうとするなら、昇圧能力を大にしておく必要がある。そうすると、双方向コンバータ2の重量、コストが大になる。

【0022】次に、第2の問題点について説明する。キャパシタ1への回生電力は、双方向コンバータ2の降圧動作によってキャパシタ1へ伝達される。そのため、双方向コンバータ2の降圧動作時容量分だけの電力しかキャパシタ1へ伝達されず、それ以外の電力はバッテリー4の充電に回されることになる。従って、キャパシタ1にはまだ電力を回生できる余裕があっても、回生されない。また、バッテリー電圧に相当する電圧を降圧してキャパシタ1に充電しているから、常にバッテリー電圧>キャパシタ電圧という関係になっている。つまり、キャパシタ1の電圧の上限はバッテリー電圧である。なお、下限は、前記したように双方向コンバータ2の昇圧能力によって決定される電圧である。この上限と下限との間の電圧範囲が、結局、キャパシタ1の利用電圧範囲ということになるが、利用電圧範囲の上限がバッテリー電圧という値に制限され、利用電圧範囲が狭くされていた。

【0023】最後に、第3の問題点について説明する。キャパシタ1が充電される場合、降圧動作している双方向コンバータ2を通過してキャパシタ1に充電電流が流れるわけであるが、この時、双方向コンバータ2でも電力

6

損失があるし、キャパシタ1でも内部抵抗による電力損失がある。キャパシタ1から放電する場合には、キャパシタ1からの放電電流は昇圧動作している双方向コンバータ2を通過して流れ出るわけであるから、やはり、キャパシタ1および双方向コンバータ2で電力損失が生ずる。

【0024】上記のように電力損失が発生するから、充電時または放電時のエネルギー伝達効率、電流が流れる各段階のエネルギー伝達効率の積となる。例えば、充電時のエネルギー伝達効率は、双方向コンバータ2の効率が80%、キャパシタ1の効率が90%ならば、72%となる。回生電力蓄積用のキャパシタおよびその充電経路、放電経路を設け、減速時にキャパシタに回生したエネルギーを加速時に利用するシステムを、仮に「キャパシタシステム」と言うことにすれば、キャパシタシステムでのエネルギー伝達効率(以下、「キャパシタシステム効率」と言う)は、充電時の効率と放電時の効率の積である。

【0025】ところで、キャパシタ充放電効率(即ち、キャパシタ自体の充電効率あるいは放電効率)は、電流値が大になるほど低下することが知られている。図5は、キャパシタ充放電効率を示す図である。横軸はキャパシタ電流 $I_c$ (即ち、充電電流あるいは放電電流)、縦軸はキャパシタ充放電効率である。キャパシタ電流 $I_c$ が大になるほど、キャパシタ充放電効率は低下している。キャパシタ電流が $I_{c1}$ の時のキャパシタ放電効率は $\eta_1$ であるが、 $I_{c1}$ より大なるキャパシタ電流 $I_{c2}$ の時のキャパシタ放電効率は、 $\eta_1$ より低い $\eta_2$ となっている。

【0026】キャパシタ1の放電をあまりに低い電圧まで行くと、次に充電する場合、当初に流れ込む充電電流は大となり、キャパシタ充電効率は悪くなる。そこで、キャパシタ充電効率が悪くならないようにと、充電電流値を小さい値に制限すると、キャパシタへの回生電力が少なくなってしまう。本発明は、以上のような問題点を解決することを課題とするものである。

【0027】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明では、車両駆動モータの電源手段としてのバッテリーおよびキャパシタを具え、回生時には主として該キャパシタを充電し、回生時以外の時には該キャパシタまたは前記バッテリーから前記車両駆動モータに給電する電気自動車電源制御装置において、前記キャパシタと前記バッテリーとの間に接続され、キャパシタ側からバッテリー側へ向かってのみ昇圧あるいは降圧動作させられる片方向コンバータと、前記車両駆動モータへの電流の向きにより回生時か否かを検出する回生時検出手段と、一端が前記キャパシタおよび前記片方向コンバータの入力側に接続され、回生電流を専用に流す回生電流専用配線と、回生時には前記車両駆動モータ側と前記回生電流専

用配線の他端とを接続し、回生時以外の時には前記車両駆動モータ側と前記バッテリーとを接続する切換手段と、回生電流が予め定めたキャパシタ充電電流制限値を超えると、その超える分の電流で前記バッテリーを充電するよう前記片方向コンバータを制御し、回生時以外の時には前記バッテリーに先駆けて前記キャパシタより前記車両駆動モータに給電するよう前記片方向コンバータを制御するコンバータ制御手段とを具えることとした。

【0028】(解決する動作の概要)車両駆動モータの回生時には、回生電流は回生電流専用配線を通して直接キャパシタを充電するので、コンバータを介して流していた従来例のように、コンバータでロスしたりコンバータ容量の制約を受けたりすることがなく、多くの電力を回生することが出来る。そして、回生エネルギーが大きい場合には、車両用バッテリーの電圧より高い電圧に充電される。

【0029】充電電流が過大であるとキャパシタでの電力損失が多くなるので、充電電流は予め定めたキャパシタ充電電流制限値(例えば、図5で効率が90%の電流 $I_{cr}$ )以下に制限する。それを超える分の電流は、片方向コンバータを動作させてバッテリーの充電に回すので、キャパシタでの電力損失は抑制され、回生効率が良好となる。回生時以外の時には、片方向コンバータの出力電圧がバッテリー電圧程度になるよう、キャパシタの電圧を昇圧または降圧し、まずキャパシタから給電する。その後、バッテリーから給電する。キャパシタから給電する場合、一方向に昇圧、降圧の両方ができる片方向コンバータを経て給電するので、キャパシタ充電電圧はバッテリー電圧より高くなっていても構わなくなり(つまり、キャパシタの利用電圧範囲が拡大され)、キャパシタに多くの電気を回収することが出来るようになる。

【0030】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の電気自動車電源制御装置のブロック図である。符号は図4のものに対応し、8は片方向コンバータ、9は電圧検出回路、10はコンバータ制御部、11は切換リレー、11-1は切換リレーコイル、11-2は切換リレー接点、11A、11Bは固定接点、12は回生電流専用配線、20はキャパシタ、21はリアクトル、22はトランジスタ、23、24はダイオード、25はトランジスタ、26はキャパシタ、27、28は電流検出回路、80はキャパシタ、82はトランジスタ、83はダイオード、84はリアクトル、85はトランジスタ、86はダイオード、88はキャパシタ、89、90は電流検出回路である。キャパシタ80、88は平滑用であり、電流検出回路89、90は片方向コンバータ8の入力電流、出力電流の検出用である( $I_3$ 、 $I_2$ は、それぞれの検出信号である。)。図4と同じ符号のものは同様のものなので、それらの説明は省略する。

【0031】片方向コンバータ8は、キャパシタ1とバッテリー4との間に介在させられ、キャパシタ1の側からバッテリー4の側に向かって(つまり、片方向で)、必要に応じて昇圧および降圧することが出来るコンバータである。線路に直列にダイオード86が接続されているため、バッテリー4側からキャパシタ1側へ電流が流れようとしても阻止される。キャパシタ1の電圧がバッテリー4の電圧より高い場合に動作させる時には降圧動作をさせ、低い場合に動作させる時には昇圧動作をさせる。

10 【0032】片方向コンバータ8の構成は、リアクトルとスイッチング素子とを主体とし、スイッチング素子のオン、オフによって昇圧なり、降圧なりをする公知のコンバータ(図6、図8を参照のこと)を応用して構成したものである。トランジスタ82は降圧制御をするスイッチング素子であり、トランジスタ85は昇圧制御をするスイッチング素子である。それらの制御は、コンバータ制御部10から出される制御信号 $S_1$ 、 $S_2$ によって行われる。制御信号 $S_1$ 、 $S_2$ は、一方がONであれば他方がOFFである同期信号とされる。

20 【0033】制御信号 $S_1$ 、 $S_2$ は、片方向コンバータ8を動作させたい場合にのみ生成、供給される。制御信号 $S_1$ 、 $S_2$ が供給された時、もし片方向コンバータ8の入力側電圧(=キャパシタ電圧)の方が出力側電圧(=バッテリー電圧)より大の場合には、自ずと降圧制御となる。また、制御信号 $S_1$ 、 $S_2$ が供給された時、もし片方向コンバータ8の入力側電圧(=キャパシタ電圧)の方が出力側電圧(=バッテリー電圧)より小の場合には、自ずと昇圧制御となる。つまり、次のような関係となる。

30 キャパシタ電圧>バッテリー電圧 → 降圧制御  
キャパシタ電圧<バッテリー電圧 → 昇圧制御

【0034】このような制御となるのは、次のような理由による。一般に、昇圧コンバータに「入力側電圧 $\geq$ 出力側電圧」となるような電圧を接続しておいて昇圧制御しようとしても、コンバータの出力電圧は入力電圧に等しい電圧となる。逆に、降圧コンバータに「入力側電圧 $\leq$ 出力側電圧」となるような電圧を接続しておいて降圧制御しようとしても、コンバータの出力電圧は入力電圧に等しい電圧となる。従って、片方向コンバータ8は、40 制御信号 $S_1$ 、 $S_2$ が供給された時の入力側電圧と出力側電圧の大小関係により、降圧制御をするか昇圧制御をするかが、自ずと決められることになる。

【0035】電流検出回路5(その検出信号を $I_1$ とする)とバッテリー4との間に、切換リレー11を接続する。切換リレー11の固定接点11Aは回生電流専用配線12を経てキャパシタ1および片方向コンバータ8の入力側に接続され、固定接点11Bはバッテリー4および片方向コンバータ8の出力側に接続される。切換リレーコイル11-1には電流検出回路5の検出信号が与えられ、回生時以外は切換リレー接点11-2を固定接点1

1Bにオンし、回生時には固定接点11Aにオンする。  
【0036】従って、力行時の電流は固定接点11Bを  
通ってインバータ6に供給され、回生時の電流は固定接  
点11Aを通してキャパシタ1へ流れる。切換リレー1  
1を設けた理由は、キャパシタ1とバッテリー4との間で  
電力の授受がされないようにするためである。即ち、バ  
ッテリー4の電圧がキャパシタ1の電圧より高い時、バ  
ッテリー4→回生電流専用配線12→キャパシタ1へと電流  
が流れるのを防止し、逆にキャパシタ1の電圧がバッ  
テリー4の電圧より高い時、キャパシタ1→回生電流専用配  
線12→バッテリー4へと電流が流れるのを防止する。電  
圧検出回路9は、片方向コンバータ8の出力側の電圧を  
検出する（検出信号をVとする）。

【0037】ここで、図1の電気自動車電源制御装置の  
動作の概要を説明しておく。回生時には、切換リレー接  
点11-2が固定接点11Aにオンされ、回生電流は回  
生電流専用配線12を流れて直接キャパシタ1を充電す  
る。充電時のキャパシタ1での内部損失が大とならない  
よう、充電電流が予め定めた制限値以上であると、片方  
向コンバータ8を動作させて余剰電流でバッテリー4を充  
電する。非回生時には、切換リレー接点11-2が固定  
接点11Bにオンされ、車両駆動モータ7が必要とする  
電流を、まずキャパシタ1から給電する。キャパシタ1  
の電圧がバッテリーの電圧より大の時は、片方向コンバ  
ータ8を降圧動作させ、小の時は昇圧動作させて給電す  
る。

【0038】図2は、本発明の電気自動車電源制御装置  
に使用されているコンバータ制御部10の回路構成の1  
例を示す図である。図2において、符号は図1のものに  
対応し、100は切換リレー、100-1は切換リレー  
コイル、100-2は切換リレー接点、100A、10  
0Bは固定接点、101は増幅器、102はスイッチン  
グレギュレータIC、103~105はダイオード、1  
06~108は増幅器である。

【0039】増幅器101、106、107の出力端子  
は、優先回路（複数の入力のうち、最大の入力1つだけ  
を出力する回路）を構成するダイオード103~105  
を介して、スイッチングレギュレータIC102に接続  
される。スイッチングレギュレータIC102は内部で  
基準三角波を発生しており、それと入力信号とより、同  
期したオン、オフ制御信号S<sub>1</sub> およびS<sub>2</sub> を生成する。  
制御信号S<sub>1</sub>（降圧用）およびS<sub>2</sub>（昇圧用）を生成す  
るか否かは、後で述べるように、片方向コンバータ8を  
動作させることが要求されているか否かによって決めら  
れる。要求されていないか、S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>は生成されな  
い。

【0040】V<sub>r1</sub>、V<sub>r2</sub>、V<sub>r3</sub>は、増幅器101、10  
7、108での比較基準値とする基準電圧であり、それ  
ぞれ次のような値である。

V<sub>r1</sub>=回生時以外の時において電流検出回路89の検出

信号I<sub>3</sub>（片方向コンバータ8の入力電流）と比較する  
電圧

V<sub>r2</sub>=片方向コンバータ出力電圧検出信号Vと比較する  
電圧（略バッテリー電圧）

V<sub>r3</sub>=キャパシタ充電電流制限値に相当する電圧

但し、キャパシタ充電電流制限値とは、キャパシタでの  
内部損失の率が所定以上とならないよう定めた充電電流  
のことであり、例えば、キャパシタの内部損失の率が1  
0%以上とならない充電電流値（言い換えると、図5で  
キャパシタ充電効率が90%以下とならない電流I<sub>cr</sub>）  
と、定めることが出来る。

【0041】（増幅器101の出力による制御…片方向  
コンバータ8への入力電流制御）切換リレーコイル10  
0-1は、図1の切換リレーコイル11-1と同様、電  
流検出回路5の検出信号が与えられ、切換リレー接点1  
00-2を回生時には固定接点100Aにオンし、回生  
時以外は固定接点100Bにオンする。固定接点100  
Bには基準電圧V<sub>r1</sub>が与えられ、固定接点100Aには  
増幅器108の出力が与えられる。

【0042】増幅器108の出力は、インバータ電流の  
検出信号I<sub>1</sub>とキャパシタ充電電流制限値に相当する基  
準電圧V<sub>r3</sub>との差である。従って、回生時には、この差  
と電流検出回路89を流れる片方向コンバータ入力電流  
I<sub>3</sub>とが増幅器101で比較され、該電流I<sub>3</sub>がインバ  
ータ電流とキャパシタ充電電流制限値との差になるよう  
に、片方向コンバータ8が制御される。非回生時に片方  
向コンバータ8の入力側に流れる電流は、力行のために  
キャパシタ1から供給される電流であるが、これが過大  
となると回路に悪影響を与えたり、キャパシタ1での内  
部損失が大となる（→キャパシタ効率が低下）。そこ  
で、過電流とならないよう制限をしておく必要がある。  
基準電圧V<sub>r1</sub>は、この過電流制限動作をさせるために設  
定される。過電流制限値は、例えば、キャパシタ充電電  
流制限値と同じ値に設定することが出来る。

【0043】（増幅器106の出力による制御…片方向  
コンバータ8の出力電流制御）本発明では、力行時には  
必要とされる電力をまずキャパシタ1から全面的に供給  
し、そこから供給できなくなったらバッテリー4から供給  
するという供給の仕方をする。増幅器106はキャパシ  
タ1からの供給を行う場合の制御に関係している。増幅  
器106は、インバータ6へ向かう電流I<sub>1</sub>と片方向コ  
ンバータ8の出力電流I<sub>2</sub>との差を出力し、差が0にな  
るように（I<sub>1</sub>=I<sub>2</sub>となるように）片方向コンバータ  
8を制御する。そうすると、インバータ6への電流は全  
てキャパシタ1からの放電電流で賄われることになる。

【0044】（増幅器107の出力による制御…片方向  
コンバータ8の出力電圧制御）増幅器107は、電圧検  
出回路9からの検出電圧信号Vと基準電圧V<sub>r2</sub>との差を  
出力する。この差で片方向コンバータ8を制御する時に  
は、片方向コンバータ8の出力電圧が、バッテリー電圧と

11

略等しい一定値に制御される。

【0045】次に、本発明の電気自動車電源制御装置の動作を詳細に説明する。図3は、本発明の電気自動車電源制御装置の動作を説明するフローチャートである。

ステップ1…回生状態となったか否かを検出する。この検出は、電流検出回路5からの検出信号の符号が、プラスであるかマイナスであるかによって行う。既に述べたように、インバータ6の入力側から流れ出て来る方向をプラス、流れ込む方向をマイナスと定めているので、プラスとなった時に回生状態となったと判断する。

【0046】ステップ2…回生状態となれば、切換りレー11を固定接点11A側にオンするよう切り換える。これは、電流検出回路5で検出されるインバータ電流の符号が、プラスになったことを利用して行う。固定接点11A側に切り換えることにより、インバータ6から流れ出て来るインバータ電流（つまり回生電流）は、全て回生電流専用配線12の方へ流れて行く。

ステップ3…回生電流が、予め定めているキャパシタ充電電流制限値以下か否かを調べる。

【0047】ステップ4…回生電流がキャパシタ充電電流制限値以下の場合には、片方向コンバータ8は動作させない。即ち、片方向コンバータ8はオフに保ち、バッテリー4の方へ向かつては電流を流さない。従って、回生電流専用配線12を通して来る回生電流は全てキャパシタ1に流れ、キャパシタ1を充電するのに使われる。この充電経路には、コンバータ等は介在していないから、損失は少ない。

【0048】ステップ5…回生時のインバータ電流がキャパシタ充電電流制限値より大の場合には、片方向コンバータ8を動作させる。そして、キャパシタ充電電流制限値を超える分（超過電流分、 $I_1 - I_{cr}$ ）だけ、片方向コンバータ8を通して流し、バッテリー4を充電する。具体的には、片方向コンバータ8への入力電流 $I_3$ は前記超過電流分となるよう制御される（図2において、増幅器108の出力を基準電圧として用いた時の増幅器101による制御）。

【0049】ステップ6…ステップ1で回生状態ではないと判断された時（電流検出回路5で検出されるインバータ電流の符号がマイナスの時）には、切換りレー11を固定接点11B側にオンするよう切り換える。インバータ6を経て車両駆動モータ7へ供給すべき電流は、固定接点11Bを通して供給されることになる。

【0050】ステップ7…回生状態でない時に要求される電流は、まずキャパシタ1を放電させて供給し、その後、バッテリー4を放電させて供給する。そのため、インバータ電流 $I_1$ と片方向コンバータ8の出力電流 $I_2$ （＝キャパシタ1からの放電電流）とが等しくなるよう、片方向コンバータ8を制御する（図2の増幅器106による制御）。もし片方向コンバータ8の出力電流が、要求されるインバータ電流より大とされると、余剰

12

分はバッテリー4へ流れてゆき、無用の電力授受を行い、ロスを生じるからである。なお、要求されるインバータ電流 $I_1$ が片方向コンバータ8の容量限度を超える値であった場合には、不足分はバッテリー4から供給される。また、キャパシタ1を優先的に放電させる理由は、キャパシタはバッテリーに比べて急速充電が出来るので、キャパシタが多く放電していれば回生時に多くのエネルギーが回収可能となるからである。

【0051】

- 10 【発明の効果】以上述べた如く、本発明の電気自動車電源制御装置によれば、回生電流は専用配線を通じて直接キャパシタへ流すので、コンバータを介して流していた従来例のように、コンバータでロスしたり充電量がコンバータ容量の制約を受けたりすることがなくなる。また、回生時のキャパシタ充電電流は所定値以下に保ち、それを超える分の電流は片方向コンバータを経てバッテリーの充電に回すので、キャパシタでの電力損失が抑制され、回生効率が良好となる。更に、キャパシタから給電する場合、一方向に昇圧、降圧の両方ができる片方向コンバータを経て給電するので、キャパシタ充電電圧はバッテリー電圧より高くなっていても構わなくなり（つまり、キャパシタの利用電圧範囲が拡大され）、キャパシタに多くの電気を回収することが出来るようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の電気自動車電源制御装置のブロック図

【図2】 本発明の電気自動車電源制御装置に使用されているコンバータ制御部の回路構成の1例を示す図

【図3】 本発明の電気自動車電源制御装置の動作を説明するフローチャート

【図4】 従来の電気自動車電源制御装置のブロック図

【図5】 キャパシタ充放電効率を示す図

【図6】 昇圧コンバータを示す図

【図7】 昇圧コンバータの動作波形図

【図8】 降圧コンバータを示す図

【図9】 降圧コンバータの動作波形図

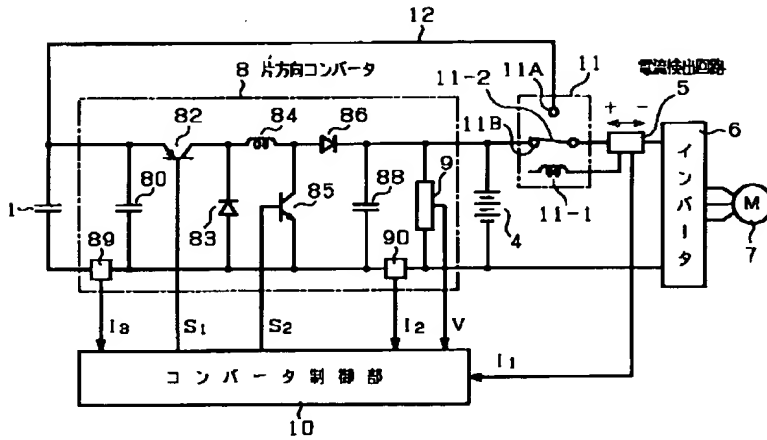
【符号の説明】

- 1…キャパシタ、2…双方向コンバータ、3…コンバータ制御部、4…バッテリー、5…電流検出回路、6…インバータ、7…車両駆動モータ、8…片方向コンバータ、9…電圧検出回路、10…コンバータ制御部、11…切換りレー、11-1…切換りレーコイル、11-2…切換りレー接点、11A、11B…固定接点、12…回生電流専用配線、20…キャパシタ、21…リアクトル、22…トランジスタ、23、24…ダイオード、25…トランジスタ、26…キャパシタ、27、28…電流検出回路、80…キャパシタ、82…トランジスタ、83…ダイオード、84…リアクトル、85…トランジスタ、86、88…キャパシタ、89、90…電流検出回路、100…切換りレー、100-1…切換りレーコイル

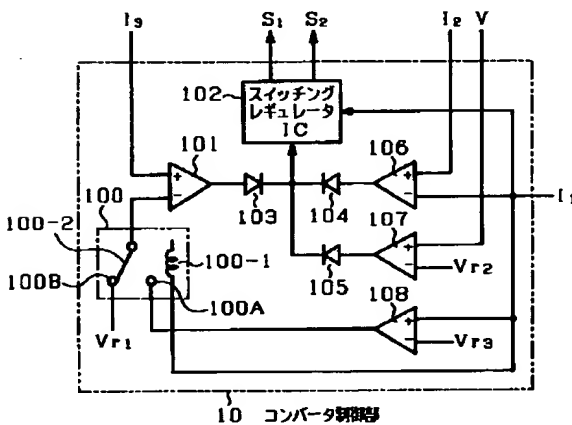
13  
ル、100-2…切換リレー接点、100A、100B  
…固定接点、101…増幅器、102…スイッチングレ

14  
ギュレータIC、103~105…ダイオード、106  
…増幅器

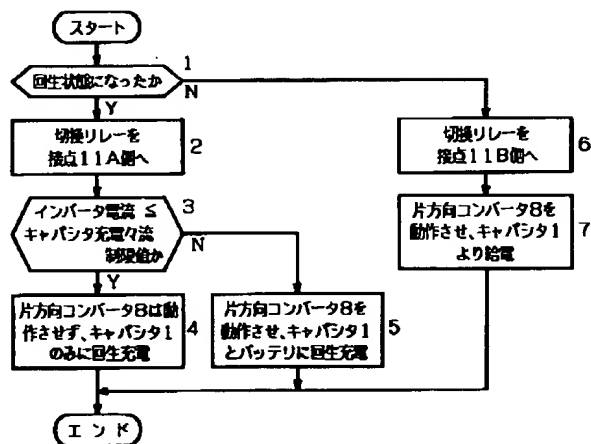
【図1】



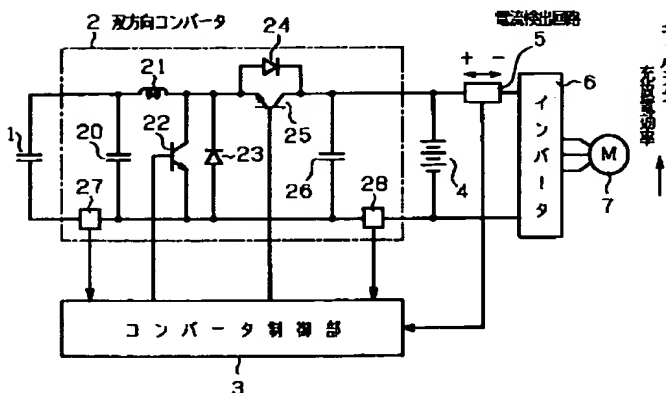
【図2】



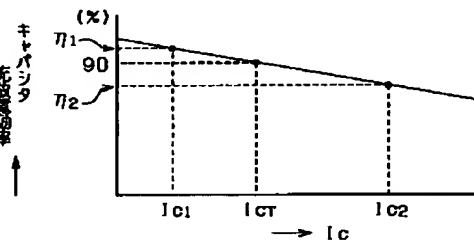
【図3】



【図4】

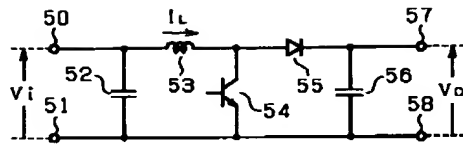


【図5】

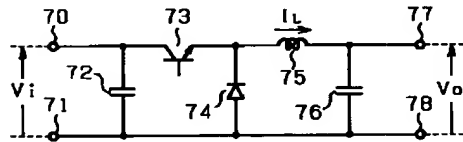




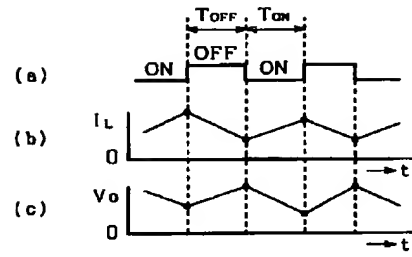
【図6】



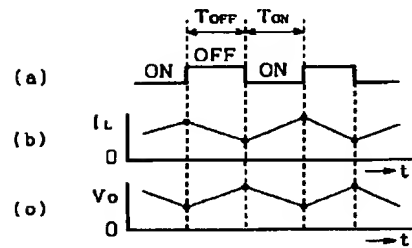
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

H02J 7/00

H02M 3/155

識別記号

弁内整理番号

FI

H02J 7/00

H02M 3/155

H01G 9/00

技術表示箇所

L

H

301Z